تقنيات حديثة فى التنقيب الأثرى

لكل علم من العلوم مصادر معينة يستقى منها معلوماته. وعلم الآثار يستقى الجانب الأكبر من معلوماته من المواقع الأثرية، حيث توجد مخلفات الحضارات القديمة. ونقصد بالمواقع الأثرية: أى مكان كان مسرحا لنشاط إنسانى، كهفا كان، ام مستوطنة صغيرة أم مدينة كبيرة. أما مخلفات الحضارات القديمة فنقصد بها المبانى، والأدوات والآلات، والنقوش، وغير ذلك من الأشياء التى تركها الإنسان عبر مسيرة تاريخه الطويل.

والعمل الميدانى الأثرى هو الوسيلة الرئيسية التى يعتمد عليها علم الآثار فى البحث عن هذه المخلفات وإخراجها إلى حيز الوجود، ولذلك فهو يعد حجر الزاوية فى نشاطات علم الآثار.

المسح الأثرى

المسح الأثرى هو نقطة البداية للعمل الميدانى الأثرى، والوسيلة الرئيسية المستخدمة للإستكشاف قبل الحفر. وقد يكون المسح لموقع أثرى يراد حفره، أو لمنطقة جغرافية معينة، أو لدولة كاملة. وعملية المسح الأثرى قد تتم لتحقيق هدف علمي واحد، أو عدة أهداف مجتمعة. وعلى ضوء هدف المسح أو أهدافه تتحدد طبيعة المسح الأثرى وخطواته. وعادة ما يبدأ المسح بدراسة مختلف أنواع الخرائط المتوفرة عن المنطقة المراد مسحها. ثم يلى ذلك التصوير الجوى حيث أن الصور الجوية توضح المواقع الأثرية الظاهرة على سطح الأرض أو القريبة من السطح، ثم تستخدم بعد ذلك أساليب المسح المختلفة حسب إمكانيات فريق المسح وظروف المكان. (صورة رقم ١)

وللمسح الأثرى أساليب متعددة يمكن جمعها فى قسمين رئيسيين هما: الأساليب التقنية والأساليب الأثرية، وسوف نتحدث هنا فقط عن أهم التقنيات الحديثة فى التنقيب الأثرى والطرق المعملية الحديثة التى تكمل عمل الأجهزة الحديثة وتساعد على تأريخ المعثورات الأثرية تأريخا صحيحاً.

أولا: الأساليب التقنية الحديثة المستخدمة فى المسح الأثرى

وهى أساليب كثيرة ومتعددة، وفى إزدياد يوما بعد يوم، نتيجة لتقدم العلوم التقنية، وحرص علماء الآثار على الإستفادة من كل جديد صالح لمجال تخصصهم. ومن هذه الأساليب نذكر:

١ - التصوير الجوى (صورة رقم ٢)

كان من أوائل الذين أدخلوا الصور الجوية فى مجال المسرحات الأثرية البريطانى كروفورد *Crawford* (١٨٨٦-١٩٥٧م) وقد أسهمت تلك الطريقة مساهمة رائعة فى تحديد الأماكن الأثرية التى لا تشاهد إلا من ارتفاعات شاهقة.

وتقوم فكرة التصوير الجوى على حقيقة أن الإنسان يستطيع أن يرى من مكان عال تفاصيل الأشياء التى ترتسم على سطح الأرض أو القريبة من السطح بشكل أفضل مما لو وقف على السطح نفسه. وقد بدأ استخدام التصوير الجوى فى علم الآثار خلال الحرب العالمية الأولى وهو يستخدم اليوم للبحث عن الآثار فى الأرض وفى البحر على السواء، كما انه خير معين للأثريين فى مسح المناطق ذات التضاريس الصعبة. وتستخدم الطائرة أو المنطاد وفى الأونة الأخيرة الأقمار الصناعية فى عمل الصور الجوية، كما يمكن الاستغناء عن الطائرة وأخذ صور جوية

بواسطة برج يقام فى الموقع أو رافعة أو بالون أو طائرة ورقية كبيرة تربط فيها آله تصوير تقوم بإلتقاط الصورة بعد فترة زمنية كافية لإطلاق البالون أو الطائرة الورقية.

٢ - المسح بطريقة قياس المقاومة الكهربائية (صورة رقم ٣)

وهى أقدم الطرق الجيوفيزيائية استخداماً فى المسح الأثرى وتقوم على حقيقة أن كل نوع من التربة والصخور والمواد الأخرى له مقاومة خاصة لمرور التيار الكهربائى. فإذا وجد فى المكان آثار من مواد مغايرة لمادة التربة فإن المقاومة الكهربائية فى هذا المكان تكون مختلفة. وتتم قراءة المقاومة الكهربائية فى المكان المراد مسحه بواسطة جهاز لقياس التيار الكهربائى ويستخدم معه مصدر التيار الكهربائى، وتوصيلات، وأوتاد معدنية وتجرى العملية بغرس الأوتاد فى الأرض إلى العمق المطلوب وعلى أبعاد متساوية ثم يوصل التيار الموجب بالأوتاد والتيار السالب بجهاز القياس، ويمرر التيار وبعد تسجيل القراءة تكرر العملية فى موضع آخر إلى أن تتم تغطية المكان المراد مسحه، ثم تحلل النتائج.

٣ - المسح بطريقة قياس القوة المغناطيسية *Magnetic Surveying* (صورة رقم ٤)

وهى إحدى الطرق الجيوفيزيائية على قياس المجال المغناطيسى الارضى للمنطقة المراد مسحها أو الحفر فيها ويستخدم فى ذلك جهاز يسمى الماجنيوميتر الذى يعطى قراءة موحدة إذا كانت التربة خالية من أى آثار ولها طبيعة واحدة. وإذا وجدت فى التربة آثار لها تأثير مغناطيسى كالفخار والحديد والأفران المصنوعة من اللبن المحروق يعطى الجهاز قراءات غير عادية.

٤ - المسح بأجهزة الكشف عن المعادن *Metals* (صورة رقم ٥)

وتستخدم فى هذا المسح أجهزة صنعت أساسا للكشف عن الألغام، ثم طورت للإستخدام المدنى. ولهذه الأجهزة المقدرة على تحديد أماكن وجود المعادن المختلفة تحت الأرض، وعلى أعماق متفاوتة تختلف حسب قوة الجهاز، وحجم كتل المعدن حيث يقوم الجهاز بإطلاق صوت رنين مميز عند وجود معدن تحته، ويتطلب الإستخدام العلمى الصحيح لهذه الأجهزة توقيع أماكن وجود المعادن على خارطة المكان الذى يتم مسحه، والإكتفاء بذلك وعدم نبش كل مكان يوجد فيه معدن، لأن ذلك يؤدى الى قلب الطبقات الأثرية. ويمكن اخراج قطع المعدن عندما يتم حفر الموضع الذى توجد فيه وفق الطرق العلمية المنظمة.

٥ - التحليل الكيميائى لعينات التربة *Soil analysis*

وتشمل هذه الطريقة فحص نسبة الفوسفات فى التربة حيث تكون هذه النسبة عالية فى التربة التى سكنها الإنسان لما يتخلف بها من فضلات ومايرمى بها من عظام.

أما الفحص الميكروسكوبى لحبوب اللقاح، فبواسطة هذا الفحص يمكن تحديد أنواع النباتات التى كانت تنمو فى العصور القديمة، وتلك التى قام الإنسان بزراعتها فى تلك العصور.

٦ – الإستكشاف بواسطة البيروسكوب، منظار نسترى (*Nistri Periscope*)

وهو جهاز يشبه منظار الغواصة متصل بحفارة وينتهى بآلة تصوير فوتوغرافى، فإذا تحدد وجود غرف أو مقابر تحت الأرض يتم الكشف عليها بالمنظار وتصور محتوياتها، ويستخدم هذا الجهاز فى الأماكن التى يصعب الوصول اليها.

٧ – مسح الآثار المغمورة تحت الماء (صورة رقم ٦ ، ٧ ، ٨)

وتستخدم فى ذلك تقنيات حديثة معقدة وأجهزة كثيرة نذكر منها :

- الأجهزة الصوتية التى تعتمد على الموجات الصوتية (السونار).
- أجهزة القياس المغناطيسية.
- أجهزة الكشف عن المعادن (وتستخدم فى البر والبحر).
- الأجهزة الملاحية البحرية التى تساعد على تحديد المواقع الأثرية.
- أجهزة التصوير الضوئى والفيديو تحت الماء.

ثانيا: الطرق المعملية الحديثة

١ – الفلورين – نايتروجين

هذه وسيلة كيميائية تستعمل لتحديد تزامن وقدم المعثورات العظمية بشكل نسبى. وتستند إلى حقيقة أن المياه الجوفية والمشبعة فى التربة تحوى مادة الفلورين كما أن العظام بطبيعة تكوينها تحوى مادة النايتروجين. فالعظام المدفونة فى التربة تقوم بشكل طبيعى وتدريجى بامتصاص الفلورين من التربة وذلك بحكم إحتواء العظام على مادة الهيدروكسيابتايت *Hydroxyapatite* الفوسفاتية والتى تتحول فى التربة عند إمتصاص الفلورين إلى فلورابتايت *Flourapatite*. هذا المركب الكيمائى يزداد كماً من مرور الزمن، مابقيت القطعة العظمية فى التربة.

أما النايتروجين فإن القاعدة تسير فى الاتجاه المعاكس، فالنايتروجين الموجود فى الخلايا العظمية يتناقص تلقائيا فى العظام بعد الوفاة مع توقف البروتين. وتزخر المواقع الأثرية بكم هائل من المخلفات العظمية عادة، وبالتالى يمكن أن نقيس الفلورين المتراكم فى العظام والذى يتصاعد كماً عبر الزمن، وكذلك النايتروجين المتبقى فى العظام والذى يتناقص كماً عبر الزمن لوضع تلك المخلفات العظمية فى قالب زمنى نسبى.

وقد قدمت هذه الوسيلة خدمة جليلة لعلم الآثار حين استخدمت لحل معضلة جمجمة بلتداون وهى جمجمة وفك غريب الشكل جاءا من حفريات فى جنوب إنجلترا. شدت تلك المعثورات أنظار العالم إلا أنه عند تطبيق هذه الوسيلة إتضح جليا أن الجمجمة والفك يظهران اختلافا زمنيا فيما بينهما وأنهما لايعودان إلى فترة سحيقة كما هو مفترض، بل أن الأمر كله لايعدو كونه خدعة سخيفة قام بها شخص ظناً منه أن علم الآثار غير قادر على إكتشافها.

غير أن التعامل مع هذه الوسيلة يتطلب ملاحظة الإختلافات المحلية فى مكونات التربة بين منطقة وأخرى، فالفلورين يقل فى التربة الجيرية مثلا، كذلك فإن ظروف التجمد فى بعض المناطق وقلة البكتيريا تقلل من إختفاء النايتروجين.

٢ - الكربون- ١٤

الكربون-١٤ عبارة عن نظير مشع غير مستقر يتكون فى طبقات الجو العليا عند اصطدام الأشعة الكونية بالنايتروجين. هذا المكون الجديد والذى يصبح جزءا من ثانى أكسيد الكربون يدخل إلى النبات ثم الحيوان والإنسان ككائنات حية، وتظل نسبة ثابتة فى الكائن الحى طالما ظل على قيد الحياة. إلا أن هذا النظير يظل يطلق اشعاعات بمعدل ثابت تنقص من كميته، غير أن الكمية تظل ثابتة إذ أن مايطرأ عليها من تفكك وتلاشى يعوض تلقائيا بما يتلقاه الجسم الحى. وعند توقف الحياة فى الكائن يتوقف هذا الإمداد ويستمر التلاشى دون تعويض بالطبع وبالتالى يتناقص. وبعد إجراء بعض القياسات إتضح أن الكربون-١٤ يفقد نصف كميته فى الكائن الميت بعد كل (٥٧٣٠ ± ٤٠ سنة).

وقد أتضحت هذه الحقائق خلال الأربعينيات من القرن الماضى وأدخلت إلى علم الآثار لتحديد عمر المواقع حسب تحديد عمر مايعثر عليه فيها من مواد عضوية. فعند العثور على مادة عضوية فى موقع ما، تؤخذ عينة من تلك المادة إلى معامل الكربون-١٤ ويقاس ماتبقى فيها من كربون، وبحساب قاعدة نصف العمر نتوصل عبر عملية حسابية إلى إحصاء المدة التى انقضت منذ أن توقفت الحياة فى ذلك الكائن. ويمكن اعتبار النتائج المستخلصة من هذه العملية مؤشرا للحقبة التى شهدت نشاطات بشرية فى الموقع المعين. وقد قورنت نتائج هذه الوسيلة بتواريخ معروفة سلفاً فأعطت نتائج مشجعة وفى فترة لاحقة، صححت نتائج كربون-١٤ بعد مقارنتها بنتائج حساب حلقات الأشجار.

عند أخذ العينات لابد من التأكد من أنها جاءت من طبقات ممثلة للموقع وغير معرضة للتلوث، ولابد كذلك من عدم تعرض العينة لأى تلوث حتى تصل إلى المعمل ولابد أن تكون كمية العينتة المقدمة للمعمل كافية لإجراء الاختبار عليها. لقد أحدثت هذه الوسيلة ثورة حقيقية فى مجال التأريخ فى علم الآثار فعلى سبلي المثال دفعت هذه الوسيلة ببداية إنتاج القوت وبالتالى بالعصر الحجرى الحديث إلى الوراء كثيراً مما كان يظن من قبل. إن الاعتقاد الذى كان سائدا من قبل أن التحول إلى إنتاج الغذاء قد حدث فى وقت سابق بقليل لبداية المدنيات كما أن هذا التحول قد حدث مرة واحدة فى الشرق الأدنى ثم انتشر فى بقية أنحاء العالم. أثبتت نتائج الكربون -١٤ أن إنتاج الغذاء قد تم منذ حوالى عشرة آلآف سنة وأن هذا التحول تم فى مناطق مختلفة من العالم دون أن يكون هناك اتصال بينها. كذلك حسمت نتائج الكربون -١٤ قضية التطور المستقل للكثير من الثقافات والمدنيات.

غير أن هذه الوسيلة شأن غيرها تعانى من بعض المشاكل من بينها انه لا يمكن أن تؤرخ لغير المواد العضوية. كما وأنها تعجز عن تاريخ أى مادة يزيد عمرها عن ٥٠ ألف سنة. كذلك فإن التاريخ الناتج عنها هو فى حقيقته تاريخ لتوقف الحياة فى المادة العضوية وليس بالضرورة تاريخاً للحياة فى الموقع.

٣- حلقات الأشجار (صورة رقم ٩)

تعتبر هذه الوسيلة أقدم وسائل التأريخ المطلق فى علم الآثار إذ عرفت منذ فترة طويلة، إلا أن الإعتماد عليها بشكل علمى يرجع إلى بداية هذا القرن حين أعد الأمريكى أ.د وجلاس جدولا لها فى الغرب الأمريكى. والوسيلة إلى جانب كونها قد طورت لإعطاء تاريخ مطلق للمعثورات الخشبية من المواقع الأثرية فقد سلطت الضوء على الظروف المناخية فى الماضى.

تعتمد الوسيلة على مجموعة من الحقائق العلمية التى قدمت من علم النبات منها أن الشجرة تنمى حلقة من جذعها كل عام حين يبدأ إفراز الخلايا مع بداية موسم النمو وينتهى بتشكيل هذه الخلايا لحلقة فى جذع الشجرة. تظهر هذه الحلقات بشكل أفضل فى البيئات التى تشهد تباينا واضحا فى الفصول (ممطر- جاف) حيث يتوقف سمك الحلقة على كثافة الأمطار وشحها، فتبدو الحلقة سميكة فى السنوات الممطرة وأقل سمكاً فى السنوات شحيحة الأمطار. وبما أن التباين فى كثافة الأمطار لا يمكن أن يتكرر بذات النمط خلال عدة سنوات فإن نمط سمك الحلقات لابد وأن يظهر إختلافا.

وقد أمكن بفضل مجهودات تمت فى كاليفورنيا ومناطق أخرى تصميم جدول يظهر تسلسلاً لحلقات أشجار تغطى الفترة الممتدة من وقتنا الحالى وحتى ٧٠٥٠ سنة مضت عليه، وبمراجعة مثل هذا الجدول نستطيع تحديد الفترة التى تعود إليها أى قطعة خشبية تحمل ما يزيد على العشرين حلقة وذلك بمقابلتها مع ما يطابقها فى الجدول شريطة ان تكون القطعة من نفس المنطقة التى أعد الجدول فيها وأن تعود الى جزء من الفترة التى يغطيها ذلك الجدول.

تعتبر هذه الوسيلة أكثر وسائل التأريخ المطلق فى علم الآثار دقة، وقد استعملت كوسيلة لتصحيح التأريخ الناتج عن الكربون-١٤، إلا أن استعمالها بالطبع لا يتعدى تلك الفترة التى يغطيها الجدول، كما أن نمط كثافة الأمطار وشحها لا يتحد فى العالم كله مما يتطلب تصميم جدول لكل منطقة مناخية. كذلك نحتاج دوما إلى تلك الأنواع من الأشجار التى تظهر بطبيعتها تفاعلا حادا مع المناخ وفى مناطق تشهد اختلافا واضحا بين الفصول.

٤ - البوتاسيوم - ارجون (أرجونات البوتاس)

البوتاسيوم هو أحد مكونات قشرة الأرض حيث يتواجد تقريبا فى كل المعادن. وتستند الوسيلة على حقيقة ان الحمم البركانية ما إن تستقر وتأخذ درجة حرارتها فى الهبوط إلا ويبدأ البوتاسيوم المتواجد فيها فى التحول إلى ارجون وذلك عبر تلاشيه الإشعاعى البطئ للغاية بنصف عمر يبلغ ١,٣ بليون سنة. وبالتالى فإن تراكم الارجون فى الحجارة البركانية يعنى المدة الزمنية التى انقضت منذ أن خمد ذلك البركان وتحولت الحمم إلى حجارة.

هذه الوسيلة الجيوفزيائية يعمل بها فى مجال الجيولوجيا لتأريخ العصور الجيولوجية إلا أنه أمكن تطبيقها فى علم الآثار لتؤرخ العصور المبكرة من حقب ما قبل التاريخ. وقد كان أول تطبيق لها فى علم الآثار فى موقع أولدفاى قورج فى تنزانيا حيث أرخت مخلفات حضارية وعظمية مبكرة الى ٢ مليون سنة، ثم طبقت لاحقا فى مواقع أخرى فى شرق أفريقيا أقدم منها عهدا.

وقبل تطبيق هذه الوسيلة كان يعتقد أن بداية عصر البلايستوسين لا تتعدى المليون سنة وكذلك عمر الإنسان والحضارة. إلا أنه أصبح من المؤكد الآن أن عمر الإنسان والحضارة قد يقارب ثلاثة ملايين من السنين. غير أن تطبيق هذه الوسيلة يبقى قاصرا على المناطق التى شهدت ثورات بركانية، كما أن مجال استغلالها فى علم الآثار قاصر على الحقب المبكرة والإنحراف القياسى فيها كبير للغاية. أما احتمال التلوث فقد تمكنت المعامل من معالجته بغسل العينة بحامض الهايدروفلوريك.

٥ – التوهج الحرارى (صورة ١٠ ، ١١)

هذه وسيلة فيزيائية تقوم على مبدأ أن المادة الأساسية التى يصنع منها الفخار وهى التربة تحوى بطبيعتها نظائر ومكونات لديها خاصية امتصاص وتخزين الطاقة، وهذه الطاقة يمكن أن تحرر عند درجة حرارة عالية تتجاوز ٥٠٠م عندها تنبعث أشعة ضوئية تسمى بالتوهج الحرارى يفقد بعدها الإناء كل مخزون تلك الطاقة . وحين يبرد الإناء الفخارى تأخذ هذه الأشعة فى التجمع مرة أخرى. وتعتمد كمية ما هو متراكم فى هذا الإشعاع على الزمن الذى انقضى منذ الحرق.

وعليه نستطيع إعادة حرق أى إناء فخارى فى فرن تتجاوز درجة حرارته ٥٠٠م ونتحكم فيه لنحصى الكم من الطاقة المخزنة فيه والتى تراكمت منذ حرقه الأول، وبالتالى – عبر عمليات إحصائية معينة– يمكن أن نحصى الزمن الذى انقضى منذ أن صنع ذلك الإناء.

بواسطة هذه الوسيلة نستطيع إحصاء عمر المواد الأثرية المصنوعة من الطين والتى تم حرقها كالطوب والدمى والفخار. ومما يميزها انها تعتمد على مادة أثرية متوفرة فى المواقع والحصول عليها سهل للغاية، إذ استثنينا بالطبع مواقع العصور الحجرية المبكرة، وبما انها تؤرخ حرق الفخار فهى أدق بكثير من وسائل أخرى تؤرخ عينات ربما تكون أقدم عهدا من الموقع.

إلا أن الوسيلة لاتزال فى بدايتها وسيمضى بعض الوقت قبل التأكد من دقتها وصحة النتائج المستخلصة منها. ويؤخذ عليها أنه فى حالة وجود مواد ذات إشعاع أو مواد عازلة للإشعاع قرب العينة الفخارية، فإن ذلك يمكن أن يؤثر على توهجها حرارياً.

عزت زكى حامد قادوس

مراجع البحث

1- Aitken, A., Physics and Archaeology, London 1961.
2- Alkinson, J., Field Archaeology, London, 1953.
3- Aitken, M.J., Dating by Archaeomagnetic and Thermoluminescent Methods, London, 1970.
4- Aitken, M., Science- based Gating in Archaeology, London, 1990.
5- Banning, E.B., Archaeological Survey, Springer, 2002.
6- Berger, R., Radiocarbon Dating, London, 1979.
7- Binford, L.R., New Perspectives in Archaeology, Chicago, 1968.
8- Blaker, A.A., Photography for scientific Publication, San Francisco, 1965.
9- Bowman, E., Radiocarbon Dating, London, 1990.
10- Catling, Ch., A Practical Handbook of Archaeology, Anness, 2011.
11- Catling, Ch., Discovering the Past through Archaeology, Anness, 2012.
12- Champlin, R.E., The Study of Animal Bones from archaeological Sites, London, 1971.
13- Coles, J.M., Experimental Archaeology, London, 1979.
14- Conlon, V.M., Camera Techniques in Archaeology, London, 1973.
15- Cookson, M.B., Photography for Archaeologists, London, 1954.
16- Daniel, G., History of Archaeology, London, 1981.
17- Drewett, P. Field Archaeology: An Introduction, Routledge, 2011.
18- Elyn, D., A Short History of Archaeology, London, 1981.
19- Flemining, E., Dating in Archaeology, London, 1976.
20- Gerbach, E., Ausgrabung Heute, Damstadt, 1989.
21- Gimbleby, G., Plants and Archaeology, London, 1978.
22- Goodman, D. – Piro, S., GPR Remote Sensing in Archaeology, Springer, 2013.
23- Hammond, Ph. C., Archaeological Techniques for Amateurs, Create Space Independent Publishing Platform, 2013.
24- Harris, E.C., Principles of Archaeological Stratigraphy, London, 1989.
25- Hester, T., Field Methods in Archaeology, London, 1981.
26- Hester, Th.R- Shafer, H.J., Field methods in Archaeology, Left Coast Press, 2009.
27- Hodder, I., Reading the Past, Cambridge, 1986.
28- Jevans, J.G., An Introduction to Enviromental Archaeology, London, 1978.
29- Lasaponara, R.- Masini, N., Satellite Remote Sensing: A new Tool for Archaeology, Springer, 2012.
30- Limbregy, S., Soil, Science and Archaeology, London, 1975.

31- Lowenthal, D., Our Past befor us? Why we save it? London, 1981.

32- Michael, H.N., Dating Techniques for the Archaeologists, Cambridge, 1971.

33- Mike, C., Tree-ring Dating Archaeology, London, 1981.

34- Mytum, H., (Editor), Global Perspectives on Archaeological Field Schools: Constructions of Knowledge and Experience, Springer, 2012

35- Rainey, F.G., Ralph, E.K., Archaeology and its new Technology, London, 1966.

36- Ralph, E.K., Dating Pottery by Thermoluminescence, London, 1966.

37- Renfrew, C.- Bahn, P., Archaeology, Theories, Methods and Practice, London, 2000.

38- Tite, E., Method of Physical Examination in Archaeology, London 1972.

39- White, G.G. - King, Th.F., Archaeological Survey Manual, Left Coast Press, 2007.

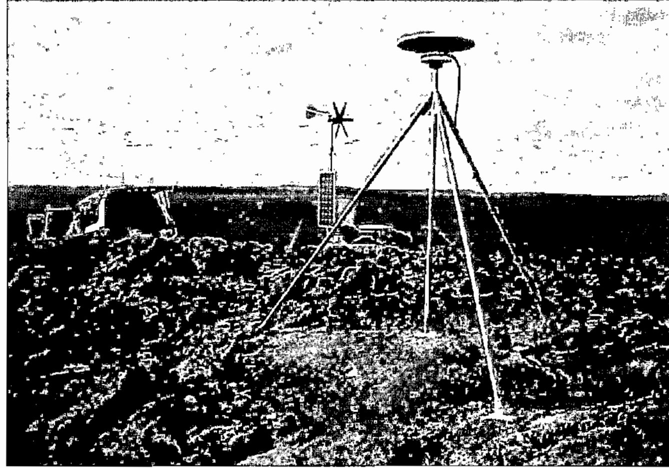
40- Wilson, D.R, Air Photo Interpretation for Archaeologists, London, 1982.



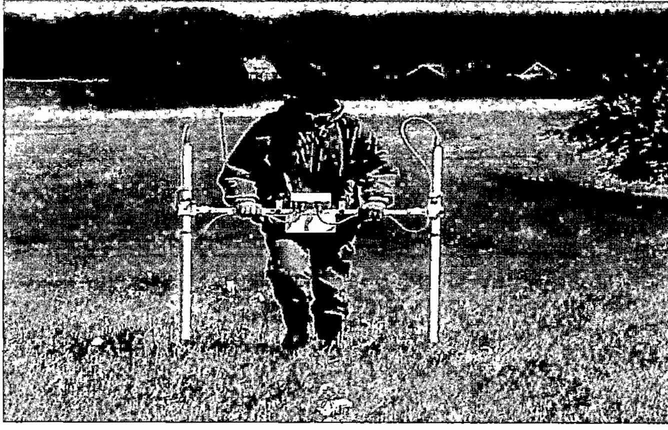
صورة (١) : فريق المسح الأثرى



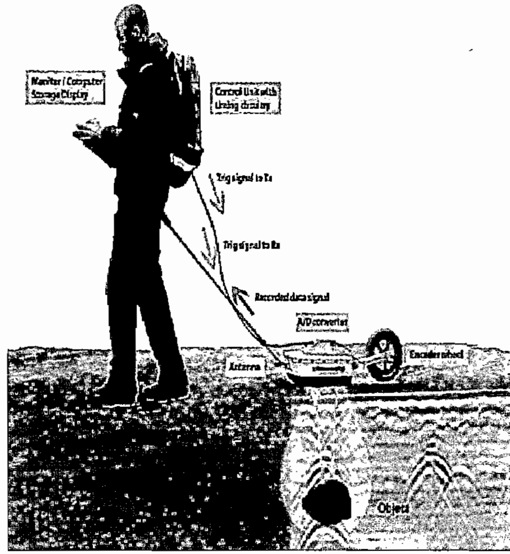
صورة (٢) : الكاميرا المستخدمة فى التصوير الجوى



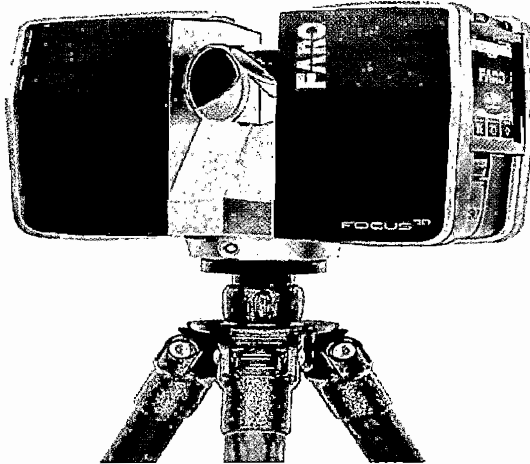
صورة (٣) جهاز قياس المقاومة الكهربائية



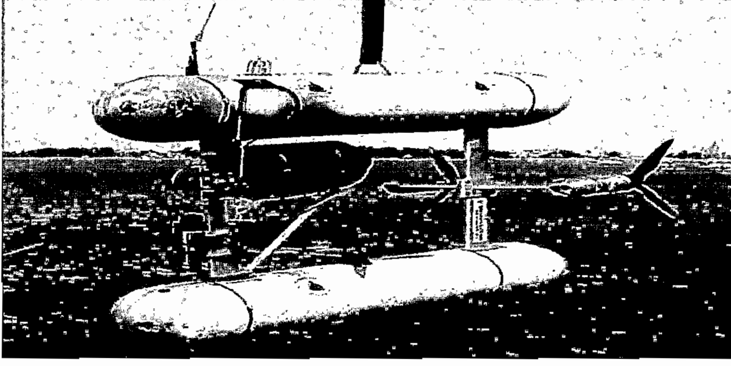
صورة (٤) جهاز قياس القوة المغناطيسية



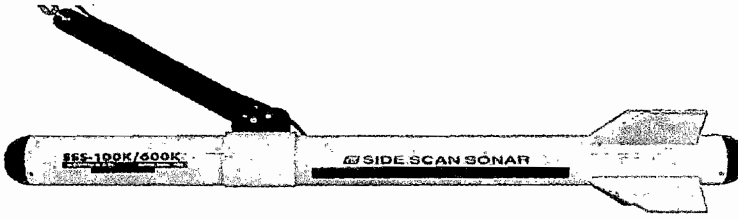
صورة (٥) جهاز الكشف عن المعادن



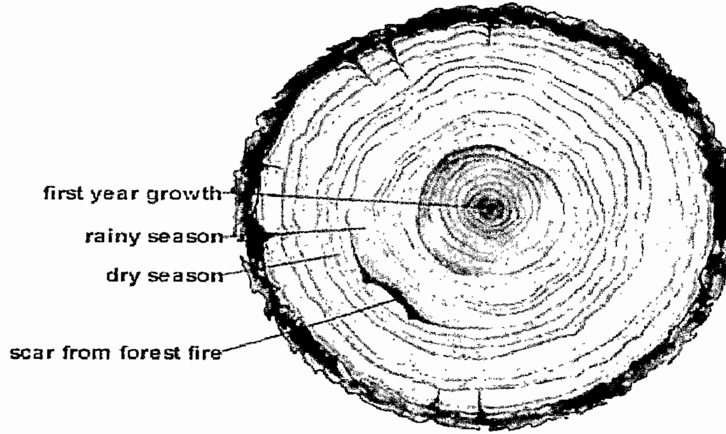
صورة (٦) كاميرا تستخدم فى التصوير تحت الماء

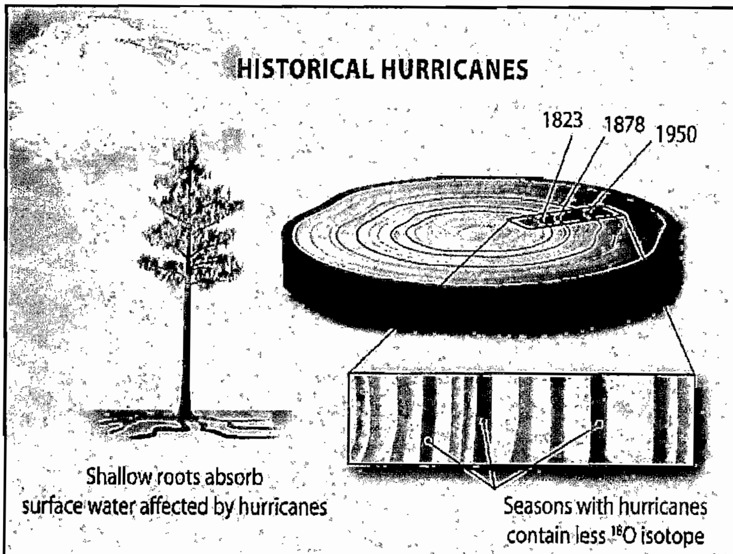


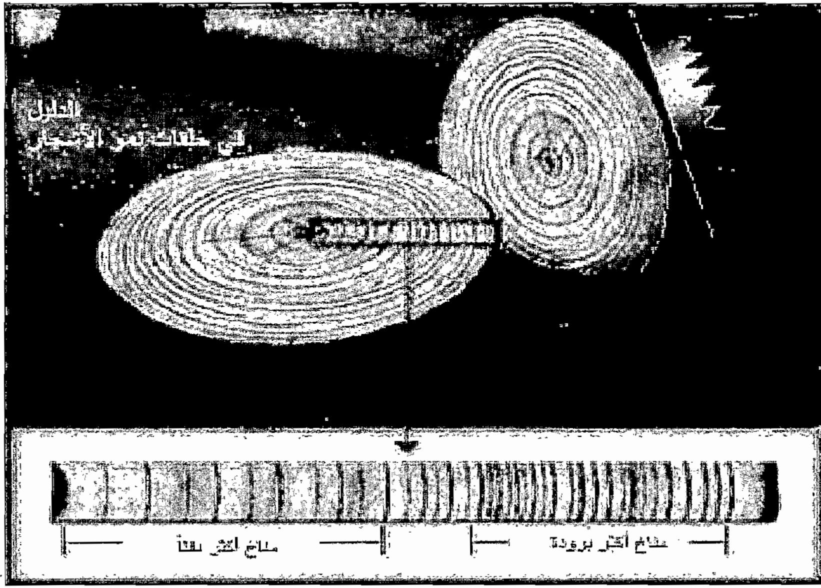
صورة (٧) أجهزة مسح الآثار الغارقة تحت الماء



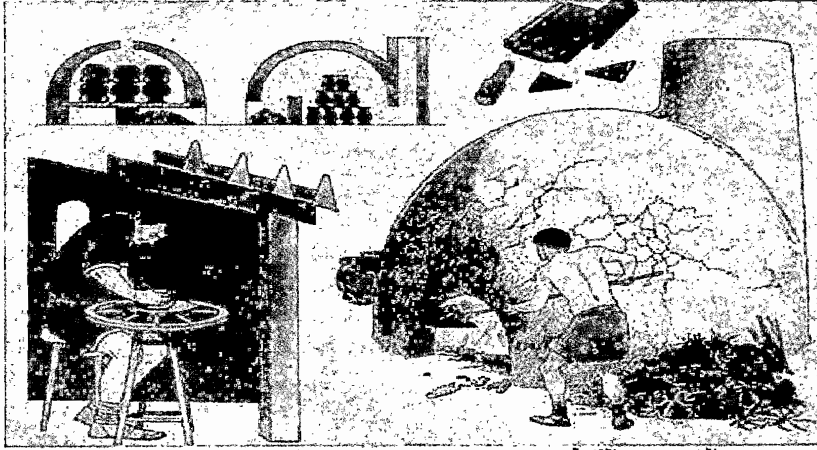
صورة (٨) جهاز صوتى يعتمد على الموجات الصوتية (السونار)





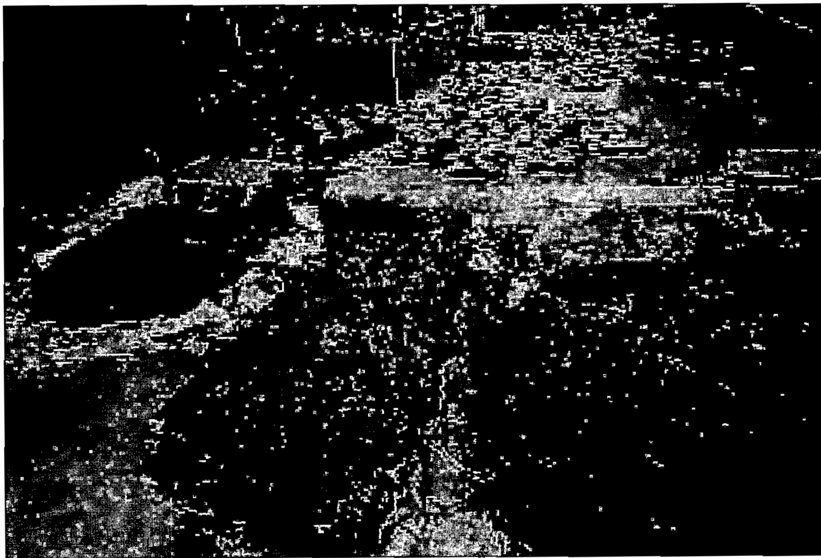


صورة (٩) أشكال توضح تطور حلقات الأشجار



الفرن والقطع رجل يعمل على الدولاب

صورة (١٠) تصنيع الفخار الذى يوضح نظرية التوهج الحرارى



صورة (١١) الفخار بعد تصنيعه